

3.4. Моделі погоджування виробничих ресурсів підприємства з поточним попитом на продукцію

Вступ. Однією з актуальних проблем менеджменту підприємств є забезпечення збалансованості виробничих ресурсів із попитом на продукцію, якому притаманні мінливість й випадковість. Ця проблема є багатосторонньою, зокрема охоплює питання розвитку матеріально-технічної бази підприємства, планування виробничих завдань, забезпечення їх виконання обіговими ресурсами, і вимагає прийняття рішень на всіх рівнях управління.

У відповідності із системно-ресурсним підходом у менеджменті завдання з управління виробничими ресурсами розподіляються між трьома організаційними рівнями: стратегічним, тактичним і оперативним [1,2]. На стратегічному рівні управління підприємством розробляються товарна політика, довгостроковий прогноз попиту на продукцію підприємства, інвестиційна програма розвитку виробничих підрозділів на основі нових технологій і вимог до кількісно-якісного складу майбутнього виробничого персоналу. Стратегічні плани підприємства, у тому числі й інвестиційна програма, розробляють на період стратегічного планування, який містить певну кількість періодів тактичного планування. У процесі реалізації інвестиційних проектів змінюються кількісно-якісні характеристики виробничо-технологічного обладнання, які визначають виробничі можливості підприємства. До календарних періодів тактичного планування «прив'язуються» строки початку й закінчення інвестиційних проектів і їх окремих етапів.

У ході тактичного планування підприємство розробляє програму виробництва своєї продукції на період часу, що включає певну кількість періодів оперативного планування. Відповідно до розробленої виробничої програми на період тактичного планування в розрізі періодів оперативного планування встановлюється кадрова програма, що визначає динаміку штатної чисельності виробничого персоналу, і програма забезпечення виробництва обіговими матеріальними ресурсами, яка заздалегідь узгоджується з постачальниками.

Рішення щодо поточних обсягів виробництва кінцевої продукції відбиваються в оперативних об'ємно-номенклатурних планах виробництва, які розробляють на певний календарний період оперативного планування виходячи з попиту на різні види продукції. При цьому до встановлюваного плану виробництва пред'являються, насамперед, вимоги його відповідності виробничим потужностям підрозділів підприємства, фінансовим ресурсам і умовам поставки покупних матеріалів і виробів.

У ході розробки виробничої програми повинні враховуватися можливості втрат, що можуть виникати на періодах оперативного планування через невідповідність обсягу готової до реалізації продукції й величини попиту на неї. Ці втрати виникають або через відсутність реалізації частини готової продукції (витрати на зберігання, «заморожування» коштів), або через упущену вигоду у зв'язку з недовиробленням продукції при наявності на неї попиту. Втрати, які враховуються при розробці виробничої програми, можуть бути зменшені шляхом зміни намічених виробничою програмою обсягів виробництва у ході оперативного планування. Однак таке коректування обсягів виробництва саме пов'язане з певними втратами. Втрати від зміни обсягу виробництва у бік зменшення обумовлюють виплати «непродуктивної» зарплати персоналу в умовах простоїв, витрати на зберігання невикористаних оборотних матеріальних ресурсів і «заморожування» коштів на їх покупку. Втрати від зміни обсягу виробництва у бік збільшення викликають доплати персоналу за понаднормові роботи й покупка додаткової кількості оборотних матеріальних ресурсів за підвищеними цінами. Управління виробничими ресурсами на тактичному й оперативному рівнях полягає у розробці такої програми виробництва і такого правила коректування обсягів виробництва на оперативному рівні, які забезпечують максимальний економічний ефект від виробництва і реалізації продукції з урахуванням усіх втрат [1,2].

Із системно-ресурсним підходом у менеджменті тісно зв'язана концепція ERP (Enterprise Resource Planning) інформаційних систем, що забезпечують комплексну автоматизацію управління на великих і середніх підприємствах [3]. Технології ERP системи надають широкі можливості для розв'язку різних роз-

рахункових завдань планування виробництва. Однак вони орієнтовані на цілком визначені рівні попиту і безпосередньо не забезпечують прийняття рішень в умовах ризиків.

Математичному моделюванню ризиків і переваг менеджерів у відношенні до ризиків присвячені праці багатьох вчених, зокрема, Є.В. Афанасьєва, Л.Є Басовського, В.В. Вітлінського, Л.С. Гур'янової, А.М. Дуброва, Т.С. Клебанової, С.В. Слабінського, Р.Ф. Сулейманова, М.С. Сявавко [4-11]. В останній час зростає увага до ризик менеджменту в організаціях, чому сприяло з'явлення міжнародного стандарту ISO 31000:2009 «Risk management – Principles and guidelines») [12]. Удосконалюється понятійний апарат ризик менеджменту [13]. Разом з цим, методи планування обсягів виробництва в умовах не повністю визначеного попиту потребують свого розвитку.

Метою роботи є аналіз методів і розробка моделей погоджування виробничих можливостей підприємства з не повністю визначеним попитом на його продукцію на рівні оперативного планування виробництва.

1. Оптимізація обсягів виробництва за оперативними прогнозами попиту

Значний вплив на конкурентоспроможність підприємства являють строки виконання замовлень покупців продукції. Зниження тривалості циклу виробництва готових виробів забезпечують за рахунок мінімізації простоїв шляхом розробки погоджених у часі календарних планів-графіків виконання підрозділами встановлених їм виробничих завдань. Крім цього, підприємства можуть орієнтувати свою роботу на виконання як попередніх замовлень, одержаних до початку оперативного періоду виробництва, так і поточних замовлень, що можуть надійти протягом цього періоду. Але досвід роботи українських підприємств показує, що вбудовування нових замовлень у вже запланований процес серійного виробництва викликає організаційні труднощі і в розповсюджених умовах технологічної спеціалізації виробництва використовується рідко. Тому багато підприємств, зокрема таких, що виробляють товари споживчого призначення, розробляють об'ємно-номенклатурні плани виходячи з оперативного прогнозу попиту. Якщо номенклатура основної продукції підприємства є стабільною на суміжних періодах оперативного планування, то урахування імовірного попиту

дозволяє скорочувати строки їх виконання й, тим самим, підвищувати конкурентоспроможність підприємства.

Для математичного опису не повністю визначеної величини попиту можуть бути використані уявлення про неї як про випадкову або як про нечітку величину. Уявлення про випадкову величину в теорії ймовірностей засновані на статистичній інтерпретації ймовірності. Однак більшість ситуацій, що зустрічаються на практиці, є унікальними, і в них особи, що ухвалюють рішення, використовують поняття ймовірності як зручний інструмент для оцінки можливості подій на основі наявних у них знань і своєї інтуїції. У цьому випадку реалізується суб'єктивна інтерпретація ймовірності, яка не суперечить уявленню про неї як про нечітку величину. Тому не повністю визначену величину попиту можливо представляти в математичній формі нечіткої величини, інтерпретуючи її при цьому як випадкову величину, що задовольняє аксіомам теорії ймовірностей.

Зручною формою вираження початкового знання експертів про майбутній попит є його опис у розрізі окремих замовлень $m=1.2....M$ із вказівкою для кожного замовлення його обсягу v_m і ймовірності P_m надходження.

Для формалізованого опису ситуації планування уведемо наступні позначення: x^{\min} - сумарний обсяг попередньо зроблених замовлень на продукцію певного виду; x^{\max} - максимальний додатковий попит (очікуваний сумарний обсяг поточних замовлень); x - величина реалізації додаткового попиту, $x \in [0, x^{\max}]$; δ^{\max} - величина максимального загального попиту, $\delta^{\max} = x^{\min} + x^{\max}$; u_n - нормативний обсяг виробництва за оперативний період часу, що відповідає визначеному на тактичному рівні складу виробничого персоналу і замовленим обсягам обігових матеріальних ресурсів; u - обсяг виробництва, що планується на поточний оперативний період часу; z - обсяг нереалізованої продукції на початок цього періоду; y^{Σ} - загальна кількість готової продукції, яка буде в наявності на оперативному періоді часу, $y^{\Sigma} = u + z$.

Одна частина загальної кількості y^Σ готової продукції призначається для задоволення гарантованої складової x^{\min} загального попиту, і інша частина в розмірі y - для задоволення додаткового попиту, тобто для виконання поточних замовлень $y^\Sigma = x^{\min} + y$. Для спрощення викладення зробимо такі припущення: ресурси підприємства з урахуванням можливості їхнього понаднормового використання забезпечують задоволення попиту в повному максимальному обсязі δ^{\max} ; нормативний обсяг виробництва u_n не перевищує обсягу попередньо зроблених замовлень x^{\max} , тобто втрати від простоїв виключені, навіть коли $u = x^{\min}$.

Залежність повного (з урахуванням втрат від упущеної вигоди) оперативного ефекту E , одержуваного при виконанні додаткових замовлень, від величини x додаткового попиту й додаткової кількості y готової продукції визначають функції $f_1(x, y)$, $f_2(x, y)$ відповідно у випадках упущеної вигоди й наявності нереалізованої продукції:

$$E = f_1(x, y) = dy - d(x - y), \text{ якщо } x \in [y, x^{\max}];$$

$$E = f_2(x, y) = dx - a(y - x), \text{ якщо } x \in [0, y].$$

де d – величина прибутку від виробництва й продажу одиниці продукції із врахуванням додаткових сплат персоналу за понаднормову роботу; a – величина втрат від перевиробництва, що припадає на одиницю продукції.

Системи оцінки роботи менеджерів, що існують на більшості підприємств, не створюють у них зацікавленості у виборі величини готової продукції, що перевищує гарантовану величину попиту x^{\min} . Це пояснюється тим, що втрати від недовироблення продукції ($y < x$) розглядають на підприємствах як віртуальні, оскільки вони не пов'язані з реєстрованими грошовими потоками. У той же час, ризики надвиробництва ($y > x$) є реальними, оскільки викликають додаткові витрати на складські приміщення й "заморожування" витрачених коштів. Тому для оцінки економічних результатів виконання поточних замовлень виникає необхідність використовувати поряд з величиною повного ефекту E

величину H основного ефекту, у якому не відбиваються втрати від упущеної вигоди.

Залежність основного ефекту H , одержуваного при виконанні додаткових замовлень, від величини x додаткового попиту й додаткової кількості y готової продукції функції $g_1(x, y) = f_1(x, y) + d(x - y)$, $g_2(x, y) = f_2(x, y)$:

$$H = g_1(x, y), \text{ якщо } x \in [y, x^{\max}]; H = g_2(x, y), \text{ якщо } x \in [0, y].$$

Обсяги виробництва u_E^0, u_H^0 , які є оптимальними за критеріями максимальних очікуваних повного і основного ефектів, відшукуються за такою послідовністю дій. За даними про обсяг v_m та ймовірність P_m надходження кожного із замовлень $m=1.2....M$ розраховуються параметри функції розподілу ймовірності значень додаткового обсягу попиту x . Потім розраховуються параметри залежностей $G^\Sigma(y)$, $H^\Sigma(y)$ очікуваних ефектів E та H від обраної величини y готової продукції. Після цього знаходяться оптимальні обсяги готової продукції y_E^0, y_H^0 , $G^\Sigma(y_E^0) = \max\{G^\Sigma(y) | y \in [x^{\min}, x^{\max}]\}$, $G^\Sigma(y_H^0) = \max\{G^\Sigma(y) | y \in [x^{\min}, x^{\max}]\}$, які визначають оптимальні обсяги виробництва $u_E^0 = x^{\min} + y_E^0 - z$, $u_H^0 = x^{\min} + y_H^0 - z$.

Опитування менеджерів підприємств показує, що на їхню оцінку прийнятності ризиків при виборі величини y готової продукції основний вплив мають такі показники: коефіцієнт ризику $R = R(y)$, що представляє собою відношення величини $H_{-w}^\Sigma(y)$ очікуваних втрат до очікуваної величини $H_{+w}^\Sigma(y)$ прибутки, $R = \frac{H_{-w}^\Sigma(y)}{H_{+w}^\Sigma(y)}$; імовірність $P_L = P_L(y)$ втрат від надвиробництва продукції, що виникають у зв'язку з реалізацією попиту в меншому обсязі, ніж величина y готової продукції, $P_L = P\{\xi < y\} = F(y)$.

Ризики, які виникають при виборі обсягу y готової продукції, будуть прийнятними, якщо виконуються наступні умови: $R(y) \leq R^{\max}$, $P_L(y) \leq P_L^{\max}$, де R^{\max} , P_L^{\max} – гранично припустимі значення коефіцієнта ризику R й імовірності

P_L втрат. Алгоритм відшукування множини Y обсягів у готової продукції, що забезпечують прийнятні ризики, наведений у [14].

2. Оптимізація тривалості збору замовлень на продукцію підприємства

Щоб уникнути проблеми ризиків, що виникають при плануванні на основі прогнозів попиту, підприємства часто орієнтують свою роботу на виконання тільки замовлень, які вже надійшли за деякий період часу. Оскільки час надходження замовлень і їх обсяги носять випадковий характер, то при малій тривалості періоду планування підприємство буде працювати нерівномірно. Із цієї причини виникають втрати, зв'язані або з наднормативним завантаженням виробничих потужностей, або із простоями. Однак при великій тривалості періоду планування виникає погроза втрат замовлень через великі строки їх виконання. Таким чином, у зазначеній ситуації виникає проблема оптимізації тривалості періоду оперативного планування (збору замовлень на продукцію).

Для формалізованого опису ситуації планування введемо наступні позначення: τ – обсяг певного виду продукції, яка може бути вироблена за одиницю часу (продуктивність підприємства) при нормальному завантаженні виробничих потужностей; ξ – сумарний обсяг замовлень за одиницю часу (інтенсивність попиту); $x(t)$ – сумарний обсяг замовлень, що надійшли за період часу t , $v(t)$ – обсяг продукції, який може бути вироблений підприємством за період часу t при нормальному режимі роботи, $v(t) = \tau t$; $u(t)$ – планований на період часу t обсяг виробництва продукції, $u(t) = x(t)$.

Коли інтенсивність попиту ξ є постійною величиною, то ресурси підприємства й потік замовлень будуть збалансовані, якщо $\tau = \xi$. За періодом збору замовлень буде наставати рівний по тривалості період їх виконання.

Для дослідження ситуації, у якій інтенсивність попиту ξ є мінливою величиною, представимо період планування у вигляді сукупності n одиничних інтервалів часу Δt , $t = n\Delta t = n$. Покладемо, що на цих інтервалах надходили замовлення в обсягах x_1, x_2, \dots, x_n . Тоді оперативний ефект за n періодів плану-

вання із тривалістю Δt складе величину $\sum_{i=1}^n S_i$, де S_i - оперативний ефект на i -му періоді планування,

$$S_i = \bar{d}x_i - b(\tau - x_i), \text{ якщо } \tau \geq x_i, S_i = \bar{d}x_i - c(x_i - \tau), \text{ якщо } \tau \leq x_i, \quad (1)$$

\bar{d} – величина прибутку від виробництва й продажу одиниці продукції; b – величина втрат на одиницю продукції, які викликаються виплатою «непродуктивної» зарплати персоналу в умовах простоїв, витратами на зберігання невикористаних оборотних матеріальних ресурсів і «заморожуванням» коштів, витрачених на покупку цих невикористаних матеріальних ресурсів; c – величина втрат на одиницю продукції, обумовлених доплатами персоналу за понаднормові роботи, необхідністю оперативної закупівлі додаткової кількості оборотних матеріальних ресурсів за підвищеними цінами й ін.

Якщо період планування має тривалість $t = n\Delta t = n$, то оперативний ефект за цей період складе величину $\sum_{i=1}^n E_i = nE$, де E_i – оперативний ефект на i -му одиничному інтервалі часу при усередненій за плановий період часу інтенсивності $\chi = \chi(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ обсягів замовлень, $E_i = E$ ($i = 1, 2, \dots, n$),

$$E = \bar{d}c(n) - b(t - \chi(n)), \text{ якщо } \tau \geq \chi(n); \quad (2)$$

$$E = \bar{d}c(n) - c(c(n) - t), \text{ якщо } \tau \leq \chi(n) \quad (3)$$

Таким чином, якщо в якості періодів планування будуть обрані інтервали із тривалістю Δt , $t = \Delta t$, то можна чекати, що величини x_1, x_2, \dots, x_n будуть відрізнятися від продуктивності τ як у більшу, так і в меншу сторону. Тому після одних періодів планування будуть втрати, пов'язані з використанням виробничих потужностей у наднормативному режимі, а після інших – пов'язані із простоями. Якщо ж підприємство вибере період планування в n раз більше, $t = n\Delta t$, і встановить на його інтервалах Δt обсяги виробництва, які дорівнюють усередненій інтенсивності попиту $\chi(n)$, то відхилення обсягів замовлень від продуктивності τ в більшу й у меншу сторону будуть взаємно компенсуватися.

Величини x_1, x_2, \dots, x_n обсягів замовлень будемо розглядати як реалізації $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ випадкової величини ξ інтенсивності попиту, для якої відомі математичне очікування λ й дисперсія σ_ξ^2 . Покладемо, що для погодження ресурсів підприємства з випадковим потоком замовлень підприємство забезпечує рівень продуктивності, який дорівнює математичному очікуванню інтенсивності попиту, $\tau = \lambda$. Тоді відповідно до формули (1) розміри втрат $b(\tau - x_i)$, $c(x_i - \tau)$ будуть визначатися очікуваними відхиленнями випадкової величини ξ інтенсивності попиту від її математичного очікування λ . У той же час, відповідно до формул (2, 3) розміри втрат $b(\tau - \chi(n))$, $c(\chi(n) - \tau)$ будуть визначатися відхиленнями $\varepsilon(n)$ усередненої за n інтервалів часу інтенсивності попиту $\chi(n)$ від математичного очікування λ .

Для дослідження залежності оперативного ефекту від тривалості n періоду збору замовлень необхідно мати залежність очікуваних відхилень $\varepsilon(n)$ від цієї тривалості. Відповідно до закону більших чисел, імовірність δ подій, коли емпіричне середнє $\chi(n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i$ відрізняється від математичного очікування λ більш, ніж на задану величину $\varepsilon > 0$, виявляється при достатньо великих значеннях n майже рівної 0: $P\{|\chi(n) - \lambda| > \varepsilon\} \leq \delta$. Нерівність Чебишева [15] встановлює залежність імовірності δ від величини n :

$$\delta = \frac{\sigma_\xi^2}{n\varepsilon^2}. \quad (4)$$

Якщо заздалегідь задати для ймовірності δ її мале значення P^* , то з формули (4) може бути отримане вираження для залежності $\varepsilon^*(n)$ максимального модуля відхилення $\varepsilon^* = |\chi(n) - \lambda|$ від тривалості n періоду планування:

$$\varepsilon^*(n) = \sqrt{\frac{\sigma_\xi^2}{nP^*}}. \quad (5)$$

Для визначеності обмежимося розглядом випадкових величин ξ інтенсивності попиту, для яких функції їх розподілу $F_\xi(z) = P\{\xi \leq z\}$ є симетричними

стосовно математичного очікування λ : $F_{\xi}(\lambda + \varepsilon) - F_{\xi}(\lambda) = F_{\xi}(\lambda) - F_{\xi}(\lambda - \varepsilon)$. для всіх $0 \leq \varepsilon \leq \lambda$. У цьому випадку функції $F_{\chi}(z)$ розподілу випадкових величин

$$\chi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_i \text{ також виявляються симетричними: } F_{\chi}(\lambda + \varepsilon) - F_{\chi}(\lambda) = F_{\chi}(\lambda) - F_{\chi}(\lambda - \varepsilon)$$

для усіх $0 \leq \varepsilon \leq \lambda$. Зауважимо, що формула (5) має сенс при малих значеннях P^* тільки коли тривалість n періоду планування буде не менше деякої мінімальної величини n^{\min} . Інакше оцінка $\varepsilon^*(n)$ максимального відхилення формально допускає можливість або від'ємних значень емпіричних середніх χ , або таких їхніх значень, які перевершують максимально можливу інтенсивність попиту 2λ .

Відповідно до закону великих чисел, випадкова величина χ , для якої $|\lambda - \chi| \leq \varepsilon(n)$, реалізується з імовірністю не меншою, ніж $1 - P^*$ або на інтервалі $[z^*, \lambda]$, або на інтервалі $[\lambda, 2\lambda - z^*]$, де $z^* = z^*(n) = \lambda - \varepsilon^*(n)$. Із властивості симетричності функцій розподілу χ випливає, що ймовірності реалізації χ на кожному з інтервалів $[z^*, \lambda]$ $[\lambda, 2\lambda - z^*]$ є не меншими, ніж $0,5(1 - P^*)$. Оскільки $P^* \approx 0$, те приймемо, що величина χ реалізується на кожному з цих інтервалів з імовірністю 0,5. Уведемо такі позначення: $\rho_1 = \rho_1(n)$, $\rho_2 = \rho_2(n)$, $\rho = \rho(n)$ - математичні очікування величин відхилень $\lambda - \chi$, $\chi - \lambda$, $|\chi - \lambda|$ на інтервалах $[z^*, \lambda]$, $[\lambda, 2\lambda - z^*]$, $[z^*, 2\lambda - z^*]$; $\bar{x}_1 = \bar{x}_1(n)$, $\bar{x}_2 = \bar{x}_2(n)$, $\bar{x} = \bar{x}(n)$ - математичні очікування величини χ на інтервалах $[z^*, \lambda]$, $[\lambda, 2\lambda - z^*]$, $[z^*, 2\lambda - z^*]$. Тоді

$$\rho_1 = \rho_2, \quad 0,5\rho_1 + 0,5\rho_2 = 0,5\rho; \quad 0,5\bar{x}_1 + 0,5\bar{x}_2 = \bar{x}, \quad (6)$$

$$\bar{x} = \bar{x}_1 = 0,5(\lambda - \rho), \text{ якщо } \lambda \geq \bar{x}; \quad \bar{x} = \bar{x}_2 = 0,5(\lambda + \rho), \text{ якщо } \lambda \leq \bar{x}(n). \quad (7)$$

При оцінці очікуваних значень $\lambda - \chi(n)$ і $\chi(n) - \lambda$ відхилень будемо припускати, що при влученні величини χ на інтервал $[z^*, \lambda]$ або на інтервал $[\lambda, 2\lambda - z^*]$ її найбільш імовірне значення $\bar{x}(n)$ відповідає середині цих інтервалів $\lambda - 0,5\varepsilon^*(n)$, $\lambda + 0,5\varepsilon^*(n)$, тобто що

$$\rho = \rho(n) = 0,5\varepsilon^*(n). \quad (8)$$

Припустимо, що за рахунок наднормативного завантаження виробничих потужностей гарантований повний час виконання окремих замовлень (з моменту вступу замовлення до випуску готової продукції) становить тривалість періоду збору замовлень. Виразимо залежність $\lambda(n)$ математичного очікування λ інтенсивності попиту від тривалості n планового періоду в наступній формі:

$$\lambda(n) = \lambda, \text{ якщо } n^{\min} \leq n \leq n_0; \lambda(n) = \lambda(n_1 - n)^C (n_1 - n_0)^{-C}, \text{ якщо } n_0 \leq n \leq n_1, \quad (9)$$

де n_1 – мінімальна неприйнятна для всіх замовників тривалість планового періоду, $\lambda(n_1) = 0$; n_0 – максимальна прийнятна для всіх замовників тривалість планового періоду; C – параметр функції $\lambda(n)$, що впливає на швидкість зменшення інтенсивності попиту, $C \in (0,1)$. Функція $\lambda(n)$ може бути визначена на основі даних про інтенсивність попиту з боку окремих замовників і результатів їх опитування про максимально прийнятний для кожного з них строку виконання замовлень.

Відповідно до формул (2), (3), (6), (7) величину оперативного ефекту $E = E(n)$ на одиничному інтервалі часу Δt , одержуваного в процесі виконання середнього обсягу замовлень, що надійшли за період $t = n$, виражають наступні формули:

$$E = f_1(n) = 0,5(\lambda - \rho(n))\bar{d} - 0,5b\rho(n), \text{ якщо } \tau = \lambda(n) \geq \bar{x}(n), \quad (10)$$

$$E = f_2(n) = 0,5(\lambda + \rho(n))\bar{d} - 0,5c\rho(n), \text{ якщо } \tau = \lambda(n) \leq \bar{x}(n). \quad (11)$$

У відповідності з ними середній оперативний ефект $\bar{E} = \bar{E}(n)$ на одиничному інтервалі часу Δt , одержуваний у процесі виконання середнього обсягу замовлень за період $t = n$, визначається в такий спосіб:

$$\bar{E}(n) = f_1(n) + f_2(n) = \lambda(n)\bar{d} - 0,25(b + c)\varepsilon^*(n).$$

З урахуванням формул (5), (8), (9) це вираження приймає такий вигляд:

$$\bar{E}(n) = \lambda\bar{d} - \psi_2 n^{-0,5}, \text{ якщо } n^{\min} \leq n \leq n_0;$$

$$\bar{E}(n) = \psi_1(n_1 - n)^C - \psi_2 n^{-0,5}, \text{ якщо } n_0 \leq n \leq n_1,$$

де $\psi_1 = \lambda(n_1 - n_0)^{-c} \bar{d}$, $\psi_2 = 0,25(b + c)\sqrt{\sigma_\xi^2(P^*)^{-1}}$. Як можна бачити, оптимальна тривалість n^* періоду планування, при якій досягається максимум середнього ефекту $\bar{E} = \bar{E}(n)$, задовольняє з умові: $\bar{E}(n^*) = \max\{\bar{E}(n) | n \in [n_0, n_1]\}$. Оскільки кількість значень n на інтервалі $[n_0, n_1]$ не може бути великим, то значення n^* можна легко відшукати простим перебором значень $\bar{E}(n)$, $n = n_0, n_0 + 1, \dots, n_1$.

Таким чином, в умовах коливань попиту виникають втрати, зв'язані або з наднормативним завантаженням виробничих потужностей, або із простоями. Показано, що існують два підходи до економічно ефективного погоджування виробничих ресурсів підприємства із поточним попитом на продукцію. Перший підхід спрямований на зменшення тривалості виконання замовлень, потребує оперативного прогнозування попиту і встановлення обсягів виробництва із урахуванням ризиків втрат. Другий підхід заснований на виконанні тільки наявних замовлень і потребує економічно обґрунтованого вибору тривалості збору замовлень. Надано моделі оптимізації поточних обсягів виробництва і тривалості періоду збору замовлень. Їх впровадження потребує комп'ютерних програмних продуктів, які забезпечать інформаційну підтримку й проведення розрахунків. Це є предметом майбутніх досліджень і розробок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Заруба В.Я. Системно-ресурсний підхід до управління діяльністю підприємства//Моделі оцінки и анализа сложных социально-экономических систем: Монография / Под ред. докт. экон. наук, проф. В.С Пономаренко, докт. экон. наук, проф. Т.С.Клебановой, докт. экон. наук, проф. Н.А.Кизима. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2013. С.354-371.
2. Заруба В.Я. Многоуровневые модели планирования производства в условиях интервального прогноза спроса/ В.Я.Заруба // Актуальні проблеми прогнозування поведінки складних соціально-економічних систем: Монографія / За ред.. О.І. Черняка, П.В. Захарченка. – Бердянськ : Видавець Ткачук О.В., 2016. – 512 с. С. 86 – 98.
3. Aloini D. Risk Management in ERP Project Introduction: Review of the Literature / D. Aloini, R. Dulmin, V. Mininno // Information & Management. —2007. — 44(6). —pp. 547-567.
4. Афанасьєв Є.В. Економіко-математичне моделювання ризику великих промислових підприємств з монопродуктовим виробництвом: Монографія. —Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – 230 с.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

5. Басовский Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. — М.: ИНФРА-М, 2001. — 260 с.
6. Вітлінський В.В. Ризикологія в економіці та підприємстві. Монографія/ В. В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко.- — К.: КНЕУ, 2004. — 480с.
7. Дубров А.М. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. Учебное пособие/ А.М. Дубров, Б.А. Лагоша, Е. Ю. Хрусталева; под ред. Б.А. Лагоши. — М. Финансы и статистика, 2003.- 222 с.
8. Математичні методи і моделі ринкової економіки: Навч. посібник. —Х.: ВД „ІНЖЕК”, 2010. — 456 с.
9. Слабинский С.В. Подходы и принципы формирования индикаторов риска на промышленном предприятии // Российское предпринимательство. — 2011. — № 6-2 (186). — С. 88-93.
10. Сулейманов Р.Ф. Принятие решений в сфере маркетинга в условиях риска и неопределенности // Российское предпринимательство. — 2012. — № 12 (210). — С. 63-69.
11. Сявавко М.С. Оптимізаційні моделі виробничої програми підприємства за умов невизначеності (нечіткий варіант) / Мар'ян Сявавко, Вікторія Цицак // Економічна кібернетика. — 2005. — №1-2 (31-32). — С. 27-40.
12. Risk Management Basics - ISO 31000 Standard [Electronic resource] — Access mode: http://www.secureworldexpo.com/2011/detroit/Louis_Kunimatsu.pdf
13. Risk management — Vocabulary [Electronic resource] — Access mode: <http://www.husdal.com/2010/11/21/risk-management-vocabulary/>
14. Заруба В.Я. Оптимизация планов производства по оценкам вероятности будущих заказов / В.Я.Заруба // Маркетинг і менеджмент інновацій. — 2017. - №2. — С. 222 – 232.
15. Розанов Ю.А. Случайные процессы (краткий курс) / Ю.А. Розанов// Главная редакция физико-математической литературы изд. «Наука». — М.: Изд. «Наука», 1971. — С.67.
16. Заруба В.Я. Модели согласования объемов производства с прогнозами спроса // Актуальні проблеми прогнозування розвитку економіки України: Монографія / За ред. О. І. Черняка, П.В. Захарченка. — Бердянськ : Видавець Ткачук О.В., 2017. — С. 92 – 102.